

(51)

Int. Cl. 3:

G 01 L 23/22

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



(11)

## Offenlegungsschrift

29 18 420

(20)

Aktenzeichen:

P 29 18 420.1

(22)

Anmeldetag:

8. 5. 79

(23)

Offenlegungstag:

20. 11. 80

(30)

Unionspriorität:

(22) (23) (31)

(54)

Bezeichnung:

Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens bei Brennkraftmaschinen

(71)

Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

(72)

Erfinder:

Schramm, Herbert, Dr.-Ing., 7000 Stuttgart; Bonitz, Jörg, Dipl.-Ing.,  
7130 Mühlacker; Entenmann, Robert, Ing.(grad.), 7141 Benningen;  
Knab, Rochus, 7014 Kornwestheim; Rohde, Siegfried, Dr.-Ing.,  
7141 Schwieberdingen

DE 29 18 420 A 1

© 11. 80 030 047/79

7/60

2918420

R. 5454

11.4.1979 Bt/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens bei Brennkraftmaschinen mit einem ein Signal abgebenden Klopfsensor, dadurch gekennzeichnet, daß eine Demodulatorschaltung (4) zur Gewinnung des zeitlichen Amplitudenverlaufs des Klopfsignals vorgesehen ist, der mindestens ein Tiefpaß (5) nachgeschaltet ist und daß eine Vergleichsschaltung (8) zum Vergleich der Ausgangssignale des Tiefpasses (5) und der Demodulatorschaltung (4) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal der Vergleichsschaltung (8) nur innerhalb eines einstellbaren Meßfensters weitergegeben wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Verschiebung des Referenz-

030047/0079

- 2 -

pegels (7a) des Ausgangssignals des mindestens einen Tiefpasses (5) vorgesehen sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Verschiebung des Signalpegels (7) des Ausgangssignals der Demodulatorschaltung (4) vorgesehen sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Demodulatorschaltung (4) als Gleichrichter oder Quadrierer ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor die Demodulatorschaltung (4) ein Hochpaß (2) geschaltet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor die Demodulatorschaltung (4) ein Bandpaß geschaltet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Tiefpaß (5) eine große Zeitkonstante hat.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu dem mindestens einen Tiefpaß (5) ein

5454

2918420

- 3 -

weiterer Tiefpaß (9) mit einer kleinen Zeitkonstanten geschaltet ist und daß die Ausgänge der Tiefpässe (5, 9) auf die zwei Eingänge der Vergleichseinrichtung (8) geleitet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Klopfsensor (1) als kapazitives Bauelement für den Hochpaß (2) oder Bandpaß verwendet wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochpaß (2) als Filter zweiter Ordnung mit Einfachmitkopplung ausgebildet ist.

030047/0079

R. 545  
11.4.1979 Bt/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens bei  
Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Das Klopfen einer Brennkraftmaschine wird mit Hilfe von Sensoren, die Schwingungen an Teilen des Motors registrieren, ermittelt. Das vom Klopfsensor abgegebene Signal ist meistens mit einem Grundrauschen behaftet, das auf die Bewegung von Maschinenteilen z.B. Ventilschließen und Druckresonanzen und auf elektrische Geräusche zurückgeht und das besonders von der Drehzahl des Motors abhängt. Das nur bei klopfender Verbrennung auftretende Nutzsignal einer bestimmten Frequenz muß aus diesem Grundrauschen mit Hilfe einer Auswerteschaltung eindeutig und sicher erkannt werden. Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE-AS 24 45 067 bekannt, bei der von dem von einem

5454

-2- 5

2918420

Meßwandler abgegebenen Gesamtsignal, das sowohl das Klopfen als auch das Grundrauschen umfaßt, ein Korrektursignal subtrahiert wird, das der durchschnittlichen Intensität des Grundrauschens vor Beginn des Klopfens entspricht. Das Korrektursignal wird dabei durch Mittelwertbildung über einen längeren Zeitraum erzeugt, so daß Fehler durch momentane Schwankungen nicht auftreten können. Diese Vorrichtung hat aber den Nachteil, daß sie sehr aufwendig ist.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfundungsgemäße Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß sie mit wenigen und billigen Elementen aufbaubar ist. Außerdem wird kein Referenzfenster benötigt, sondern, wenn überhaupt, nur ein Meßfenster. Weiterhin ist eine Abstimmung auf die Klopf frequenz nicht erforderlich, so daß die genaue Klopf frequenz des Motors nicht bekannt sein muß. Auch spielen serienbedingte Streuungen und altersbedingte Änderungen der Klopf frequenz keine Rolle, da eine Konstanz der Klopf frequenz nicht erforderlich ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung möglich. Besonders vorteilhaft ist die durch den Hochpaß ausgelöste Unempfindlichkeit gegenüber den durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Spannungsschwankungen am Sensor. Weiterhin werden durch den Hochpaß die durch den Verbrennungsdruck erzeugten, relativ hohen, niedrfrequenten Spannungssamplituden am Sensor unterdrückt, so daß die

Eingangsstufe gegen Übersteuerung geschützt ist.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine schaltungsmäßige Ausgestaltung eines Ausführungsbeispiels und Fig. 2 einen im Ausführungsbeispiel verwendeten Hochpaß.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Klopfsensor 1, der als piezoelektrischer Kraft-, Druck-, Beschleunigungsaufnehmer oder Biegeschwinger ausgebildet sein kann, mit einem Hochpaß 2, in dessen Durchlaßbereich die Klopffrequenz enthalten sein muß, verbunden. Anstelle des Hochpasses 2 kann auch ein Bandpaß mit entsprechendem Frequenzband verwendet werden. Der Hochpaß 2 ist über einen Anpassungsverstärker 3 auf eine Demodulatorschaltung 4, die als Gleichrichter oder Quadierer ausgebildet sein kann, geschaltet. Die Demodulatorschaltung 4 ist mit einem Tiefpaß 5 verbunden, der eine große Zeitkonstante hat. Der Ausgang des Tiefpasses 5 wird über einen weiteren Anpassungsverstärker 6 und Mittel zur Verschiebung des Referenzpegels 7a auf den einen Eingang einer vorzugsweise als Komparator ausgebildeten Vergleichseinrichtung 8 geführt. Am zweiten Eingang der Vergleichseinrichtung 8 liegt das Ausgangssignal der Demodulatorschaltung 4, das durch einen weiteren Tiefpaß 9, der eine kleine Zeitkonstante aufweist, noch etwas modifiziert werden

5454

2918420

kann. Auch in diesem Zweig können Mittel zur Verschiebung des Signalpegels 7 vorgesehen sein. Am Ausgang der Vergleichseinrichtung 8 kann das Signal "Klopfen ja/nein" abgenommen werden.

Zur Erhöhung der Störsicherheit kann es vorteilhaft sein, das Ausgangssignal des Komparators 8 nur während einer drehzahlsynchronen Torzeit auszuwerten. Dazu wird der Ausgang des Komparators 8 auf ein UND-Gatter 20 gegeben. Am zweiten Eingang des UND-Gatters 20 liegt das Signal eines Meßfensters, innerhalb dessen die Klopferkennung geschehen soll. Zur Herstellung des Meßfensters wird eine Geberanordnung 10 verwandt, die eine vorzugsweise mit der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbundene Zahnscheibe 11 aufweist, auf der umfangsseitig eine Vielzahl von Zähnen 12 angebracht sind. Für diese Scheibe 11 kann z.B. der Anlasserzahnkranz verwendet werden. Die Zähne 12 werden durch einen ersten Aufnehmer 13 abgetastet, der optisch oder induktiv arbeitet oder auf einem anderen Prinzip beruht (Hall-, Wiegand-Effekt). Eine Bezugsmarke 14 ist ebenfalls auf der Scheibe 11 angeordnet und wird durch einen zweiten Aufnehmer 15 abgetastet. Der zweite Aufnehmer 15 ist mit dem Rücksetzeingang R eines Zählers 16 verbunden. Der erste Aufnehmer 13 ist an den Takteingang C des Zählers 16 angeschlossen. Die Zahlenausgänge des Zählers 16 sind mit den Zahleingängen eines ersten und eines zweiten digitalen Komparators 17, 18 verbunden, deren Vergleichszahleneingänge z.B. durch feste Verdrahtung mit einem bestimmten Zahlenwert x und einem bestimmten Zahlenwert y beaufschlagt sind. Der Ausgang des Komparators 17 ist mit dem einen Eingang eines UND-Gatters 19 verbunden und der Ausgang des Komparators 18 ist mit einem zweiten, inver-

tierenden Eingang des UND-Gatters 19 verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters 19 ist an einen zweiten Eingang des UND-Gatters 20 angeschlossen.

In Fig. 2 ist ein an sich bekannter Hochpaß 2 (s.a. „Halbleiter-Schaltungstechnik“, 3. Auflage von Tietze, Schenk, Springer-Verlag Seite 322), der als Filter zweiter Ordnung mit Einfachmitkopplung ausgebildet ist. Dabei ist der Klopfsensor 1 Bestandteil des Hochpasses 2, so daß seine Kapazität den Frequenzgang des Hochpasses 2 mitbestimmt.

Die Wirkungsweise des in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels soll im folgenden näher erläutert werden. Da das Signal, das der Klopfsensor 1 abgibt, stark mit einem Grundrauschen behaftet ist, wird es zunächst im Hochpaß 2 gefiltert, so daß die niederfrequenten Anteile, die sicher unterhalb der Klopf frequenz liegen und die bevorzugt aus dem Verbrennungsdruckverlauf im Zylinder herrühren, eliminiert werden. Wird ein Hochpaß nach Fig. 2 verwendet, kann ein Ladungsverstärker (nicht dargestellt), der sonst üblicherweise als Eingangsstufe nach einem piezoelektrischen Klopfsensor verwendet wird, entfallen, so daß die Anordnung unempfindlicher gegenüber niedrigen Isolationswiderständen ist, die am Klopfsensor 1 und dessen Zuleitungen auftreten können. Mit Hilfe der Demodulatorschaltung 4 wird der zeitliche Amplitudenverlauf des hochpaßgefilterten Signals gewonnen und auf den Tiefpaß 5 gegeben. Der Tiefpaß 5 besitzt eine große Zeitkonstante, so daß die im Signal vorhandenen plötzlichen Amplitudenerhöhungen bei klopfenden Zyklen herausgefiltert werden. Das Ausgangssignal des Tiefpasses 5 hat nunmehr einen ähnlichen Verlauf wie die Hüllkurve des Grundrauschens und dient als Referenz-

5454  
2918420

- 6 - 9

pegel, der auf den einen Eingang des Komparators 8 gegeben wird. Am zweiten Eingang liegt das Ausgangssignal der Demodulatorschaltung 4, das den schnellen Amplitudenänderungen während der klopfenden Zyklen folgt. Im Komparator 8 wird nun der Momentanwert der Signalspannung mit dem aus dem Signal gewonnenen Referenzpegel verglichen. Bei Überschreitung der Höhe des Referenzpegels durch den Momentanwert der Signalspannung ergibt sich am Ausgang des Komparators 8 der Schaltzustand "Klopfen ja". Um unter anderem den Komparator 8 während sehr kleiner oder nicht vorhandener Klopfsensorsignale in einem definierten Schaltzustand zu halten, wird der Referenzpegel mit Mittel zur Verschiebung des Pegels 7a, z.B. durch Gleichspannungsüberlagerung, verschoben. Diese Pegelverschiebung kann z.B. in Abhängigkeit von der Drehzahl von außen einstellbar sein.

Zwischen der Demodulatorschaltung 4 und dem zweiten Eingang des Komparators 8 kann noch ein Tiefpaß 9 mit kleiner Zeitkonstante geschaltet werden. Sein Ausgangssignal, das durch Mittel zur Verschiebung des Signalpegels 7 verschoben werden kann, folgt den Amplitudenänderungen durch die Klopfschwingungen, so daß sein Verlauf der Hüllkurve der Klopfschwingungen ähnlich ist.

Die im folgenden beschriebene Anordnung dient zur Herstellung eines drehzahlsynchronen Meßfensters. Im als Aufwärtszähler geschalteten Zähler 16 werden die Geber signale des ersten Aufnehmers 13 aufwärts gezählt. Durch die Bezugsmarke 14 wird der Zähler 16 mit Hilfe des Aufnehmers 15 rückgesetzt. In den digitalen Komparatoren 17, 18 (z.B. MC 14 585) werden die Zahlenwerte der Zahlenausgänge des Zählers 16 verglichen. An dem Ausgang des Komparators 17 entsteht ein Signal,

wenn die Werte der Zahlenausgänge des Zählers 16 größer oder gleich der Vergleichszahl x sind. An dem Ausgang des Zählers 18 steht ein Signal, wenn die Werte der Zahlenausgänge größer oder gleich der Vergleichszahl y sind. Da der Ausgang des Komparators 17 mit dem einen Eingang des UND-Gatters verbunden ist und das Ausgangssignal des Komparators 18 auf den invertierenden Eingang des UND-Gatters gegeben wird, tritt ein Ausgangssignal des UND-Gatters nur zwischen den Vergleichszahlen x und y auf. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 19 wird ebenso wie das Ausgangssignal des Komparators 8 auf einen Eingang des UND-Gatters 20 gegeben, so daß der Zustand "Klopfen ja/nein" nur innerhalb eines vorgeschriebenen Meßfensters angezeigt wird.

Die Realisierung des Meßfensters, d.h. das Einstellen der Torzeit, kann auch auf eine andere Weise geschehen; z.B. kann der Zündzeitpunkt eines Motors oder ein schon in der Zündschaltung vorhandener Zähler oder Zündungsrechner verwandt werden. In den beschriebenen Fällen ist die Torzeit drehzahlsynchron eingestellt worden, es kann aber auch eine feste Zeit vorgegeben werden oder eine Kombination aus beiden Fällen gewählt werden.

Im Fall der Auswertung der Klopfhäufigkeit wird dann ein Signal "Klopfen" abgegeben, wenn während einer drehzahlsynchronen Torzeit mindestens einmal am Ausgang des Komparators 8 der Schaltzustand "Klopfen ja" auftritt. Es wird damit bewirkt, daß während einer Torzeitperiode maximal ein Signal "Klopfen" erzeugt wird. Im Falle der Bewertung von Klopfhäufigkeit und -intensität wird zusätzlich ausgewertet, wie oft während einer Torzeit am Ausgang des Komparators 8 der Schaltzustand "Klopfen ja" auftritt.

030047/0079

*M* 2918420

R. 5454

11.4.1979 Bt/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens  
bei Brennkraftmaschinen

Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens bei Brennkraftmaschinen vorgeschlagen. Ein Klopfsensor (1) erzeugt ein Signal, das Klopfenschwingungen und Grundrauschen enthält. Dieses Signal wird hochpaßgefiltert, über eine Demodulatorschaltung (4) geleitet und auf einen Tiefpaß (5) gegeben. Das Ausgangssignal des Tiefpasses (5) wird durch eine Pegelverschiebung angehoben. In einer Vergleichseinrichtung (8) wird das angehobene Signal des Tiefpasses (6), das als Referenzpegel dient, und das Ausgangssignal des Gleichrichters verglichen, wodurch sich ein Signal "Klopfen ja/nein" ergibt.

030047/0079

ORIGINAL INSPECTED

~~- 12 -~~  
Leerseite

Robert Bosch GmbH, Stuttgart; Antrag vom 7.5.1979  
"Vorrichtung zum Erkennen 1/1 des Klöpfens bei  
Brennkraftmaschinen"

5454

-13-

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 18 420  
G 01 L 23/22  
8. Mai 1979  
20. November 1980

2918420

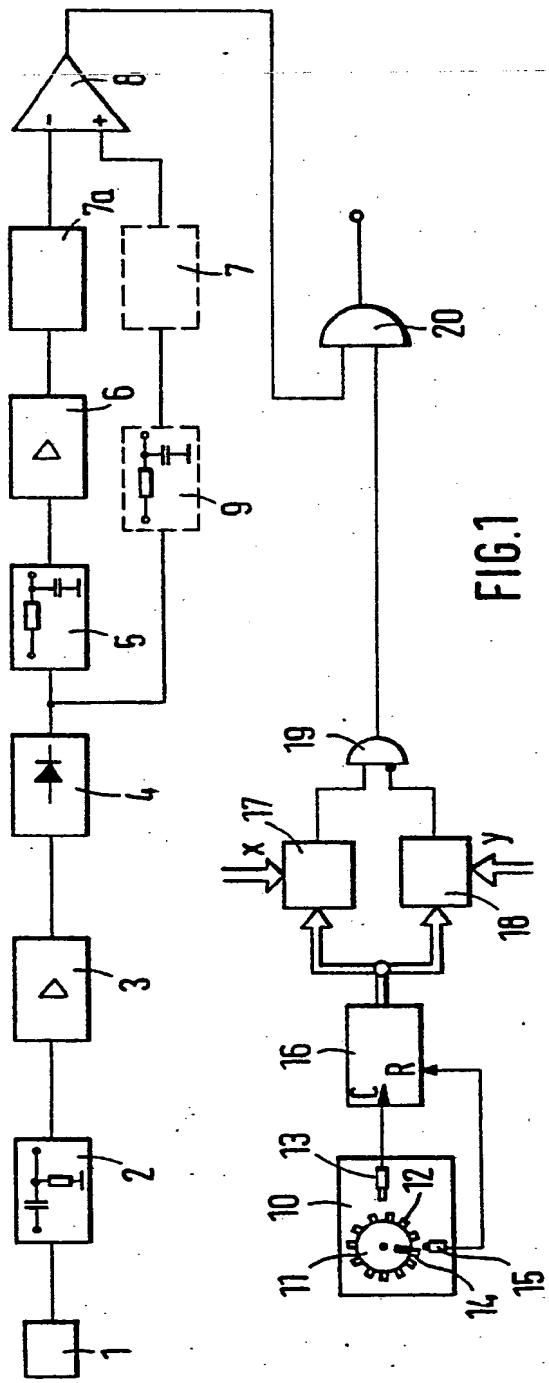


FIG.1

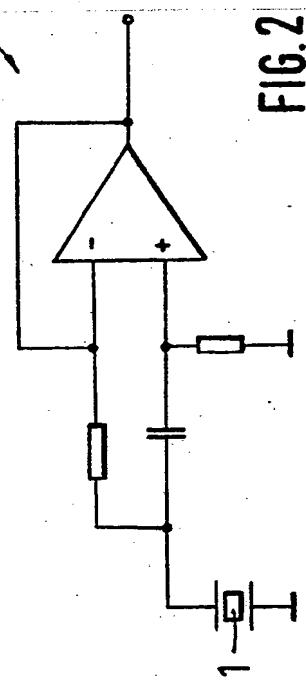


FIG.2

030047/0079